

ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ВИСЦЕРАЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ

БОНДАРЕНКО В.М., ПИМАНОВ С.И.

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск,
Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2017. – Том 16, №3. – С. 73-81.

REPRODUCIBILITY OF ULTRASOUND METHODS OF DETERMINING VISCERAL ADIPOSE TISSUE AMOUNT

BONDARENKO V.M., PIMANOV S.I.

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2017;16(3):73-81.

Резюме.

Цель исследования заключалась в оценке воспроизводимости определения ультразвуковых показателей содержания висцеральной жировой ткани различных локализаций.

Материал и методы. Оценка воспроизводимости ультразвуковых методов определения количества жировой ткани выполнена у 47 пациентов в возрасте от 18 до 60 лет. При этом сопоставимость результатов измерений показателей висцеральной жировой ткани одного и того же исследователя оценивалась у 24 человек, а согласованность заключений различных исследователей с разным опытом работы по ультразвуковой диагностике – у 23 человек. Ультразвуковое исследование выполнялось на аппаратах «ProSound Alpha 7» (фирма «Hitachi-Aloka Medical, Ltd.», Япония), «Aplio 500» (фирма «Toshiba», Япония), «Logiq E9» (фирма «GE Healthcare», США) с конвексным датчиком 3,5 МГц.

Воспроизводимость результатов измерений ультразвуковых показателей жировой ткани, выполненных повторно одним и последовательно двумя исследователями, оценивали двумя методами. Один из методов основывался на расчете значений показателя каппа, а второй выполнялся с использованием метода статистического анализа Бленда-Альтмана.

Результаты. Проведенная оценка воспроизводимости результатов определения количества жировой ткани, выполненного одним и двумя исследователями, показала их хорошую согласованность.

Заключение. Ультразвуковые методики измерения висцеральной жировой ткани позволяют получить хорошо воспроизводимые результаты. Достоверная диагностика висцерального ожирения создает предпосылки для определения факторов риска развития сердечно-сосудистых осложнений, влияющих на прогноз жизни пациента.

Ключевые слова: висцеральная жировая ткань, ультразвуковое исследование, воспроизводимость.

Abstract.

Objectives. To assess the reproducibility of determining ultrasound indices of visceral adipose tissue amount of various localization.

Material and methods. The reproducibility evaluation of visceral adipose tissue amount ultrasound determination methods was performed in 47 patients aged from 18 to 60 years. The results comparability of visceral adipose tissue measurements performed by one and the same researcher was estimated in 24 patients and consistency of the conclusions of several other researchers with different operational experience – in 23 people. The ultrasound study was conducted on the following devices: «ProSound Alpha 7» (Hitachi-Aloka Medical, Ltd., Japan), «Aplio 500» (Toshiba, Japan), «Logiq E9» (GE Healthcare, USA) equipped with a 3,5-MHz convection sensor.

The reproducibility of visceral adipose tissue ultrasound indices measurement results, performed repeatedly by one and two researchers in succession, was evaluated by two methods. One of the methods was based on kappa index calculating, and the second one was performed using the Bland-Altman statistical analysis method.

Results. The reproducibility evaluation of the results of visceral adipose tissue amount ultrasound determination, performed by one and two researchers showed their good consistency.

Conclusions. Thus, ultrasound methods of visceral adipose tissue amount determination allow to obtain highly reproducible results. A reliable diagnosis of visceral obesity creates prerequisites for determining cardiovascular complication development risk factors affecting the prognosis of the patient's life.

Key words: visceral adipose tissue, ultrasound investigation, reproducibility.

По данным Всемирной организации здравоохранения, частота случаев ожирения резко возросла в течение последних десятилетий. Ожирение является одним из факторов сокращения ожидаемой продолжительности жизни из-за многочисленных коморбидных заболеваний. Избыточная масса тела значительно увеличивает риск развития сахарного диабета 2 типа, артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, инсульта, жировой болезни печени, деменции, обструктивного апноэ во сне и некоторых видов рака [1].

Основной фенотипической характеристикой ожирения является увеличение массы жировой ткани. Количество жировой ткани и ее распределение в организме человека оказывают влияние на развитие патологических состояний. Варианты распределения жировой ткани зависят от многих факторов, включая пол, возраст, генетические характеристики, особенности питания, уровень физической активности, гормональный фон и использование лекарственных средств [2]. Накопление висцеральной жировой ткани (ВЖТ) приводит к увеличению количества жирных кислот, что может определять развитие резистентности к инсулину [3].

Установлено, что жировая ткань не однородна, а ее региональные депо имеют различные биологические функции. Более того, отдельные локализации жировой ткани более значительно ассоциированы с физиологическими и патологическими процессами, чем общая масса жировой ткани. Дисфункция жировой ткани и эктопическое накопление жира могут быть важными факторами, определяющими индивидуальный риск развития метаболических и сердечно-сосудистых заболеваний, сопутствующих ожирению [2].

Для определения количества жировой ткани нередко используются антропометрические методы измерения, которые могут косвенно отражать содержание ВЖТ. Однако многие исследования показали, что отсутствует корреляция между антропометрическими измерениями и

содержанием ВЖТ для некоторых возрастных групп пациентов и уровней индексов массы тела. Кроме того, антропометрические методы измерения не позволяют разграничивать ВЖТ и подкожную жировую ткань [3].

Методы визуализации считаются одними из самых точных подходов для количественного определения жировой ткани. В частности, магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ) позволяют оценить количество жира в скелетных мышцах, других тканях и внутренних органах для определения риска сердечно-сосудистых заболеваний [4].

КТ является наиболее точным и воспроизводимым методом оценки содержания жировой ткани в брюшной полости, но дорогостоящим и трудоемким. Кроме того, при выполнении КТ пациенты подвергаются воздействию ионизирующего излучения. В связи с этими ограничениями были разработаны различные альтернативные методы оценки распределения жира, в том числе его внутрибрюшного отложения. МРТ является надежным методом определения жировой ткани, но более дорогим, чем КТ. Альтернативным методом оценки содержания ВЖТ может быть ультразвуковое исследование (УЗИ) [3].

Ранее нами было показано наличие достоверной корреляции между ультразвуковыми методами измерения количества жировой ткани различных локализаций с эталонным методом диагностики – КТ [5, 6].

В медицинских исследованиях часто возникает необходимость сравнить два аналогичных метода измерений или новый метод с традиционно используемым для того, чтобы определить, являются ли эти два метода взаимозаменяемыми и может ли новый метод заменить существующий [7].

Доказательством валидности любой методики является хорошая воспроизводимость, однако ее изучение при ультразвуковом определении содержания жировой ткани различных локализаций до сих пор не проводилось.

Цель исследования заключалась в оценке воспроизводимости определения ультразвуковых показателей содержания ВЖТ различных локализаций.

Материал и методы

Оценка воспроизводимости ультразвуковых методов определения количества жировой ткани выполнена у 47 пациентов в возрасте от 18 до 60 лет. При этом воспроизводимость результатов повторных измерений показателей висцеральной жировой ткани одним и тем же исследователем оценивалась у 24 человек, а согласованность заключений при последовательной оценке количества ВЖТ двумя исследователями с разным опытом работы по УЗИ – у 23 человек.

Условием включения пациентов в исследование было отсутствие у них злокачественных новообразований, а также заболеваний, которые могли бы существенно повлиять на изменение массы тела. Все обследованные подписали информированное согласие на участие в исследовании.

УЗИ выполнялось на аппаратах «ProSound Alpha 7» (фирма «Hitachi-Aloka Medical, Ltd.», Япония), «Aplio 500» (фирма «Toshiba», Япония), «Logiq E9» (фирма «GE Healthcare», США) с конвексным датчиком 3,5 МГц.

Величина внутрибрюшной висцеральной жировой (ВЖ) ткани оценивалась четырьмя методами: ВЖ-1 – как расстояние между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и передней стенкой аорты, ВЖ-2 – как расстояние между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и задней стенкой аорты, ВЖ-3 – как расстояние между внутренней поверхности прямой мышцы живота до селезеночной вены; ВЖ-4 – как расстояние между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и передней поверхностью позвонка. Околопочечную жировую ткань измеряли с использованием четырех вариантов. Выполняли определение толщины жировой ткани, состоящей из пара- и перинефральной жировой клетчатки (ППНЖ), толщины жирового слоя задней правой стенки почки (ЗПЖ), толщины перинефральной жировой ткани (ПНЖ) и площади нижней части околопочечной (периренальной) жировой ткани (ПНОПЖ). Исследовали также толщину эпикардальной (ЭКЖ) и перикардальной жировой ткани (ПКЖ). Используемые методики описаны нами ранее [5, 6].

Сопоставимость результатов измерений ультразвуковых показателей жировой ткани, выполненных одним и двумя исследователями, оценивали двумя методами. Один из них основывался на расчете значений показателя каппа с 95% доверительным интервалом программой MedCalc, версия 17.2 «MedCalc Software» (Belgium). Сила согласия оценивалась как очень хорошая при значении каппа от 0,81 до 1,00; как хорошая – при значении каппа от 0,61 до 0,80; как средняя – при значении каппа от 0,41 до 0,60; как посредственная – при значении каппа от 0,21 до 0,40 и как плохая – при значении каппа менее 0,20 [8]. Кроме того, оценка согласованности результатов ультразвуковых измерений, выполненных одним и двумя исследователями, проводилась с использованием метода статистического анализа Бленда-Альтмана, принцип которого заключается в вычислении средней величины разности для каждой пары измерений, характеризующей систематическое расхождение, и стандартного отклонения разности (95% пределов согласия), оценивающего степень разброса результатов (1,96 SD). При этом чем меньше диапазон между этими двумя пределами, тем лучше согласие. Ожидается, что 95% пределы включают 95% различий между двумя методами измерений [7, 9]. Расчет показателей выполнен с помощью программы Statistica 10,0 «StatSoft Inc., Okla» (USA).

Результаты и обсуждение

Проведенная оценка согласованности результатов определения количества жировой ткани, выполненного одним исследователем, представлена в таблице 1. Очень хорошую воспроизводимость по показателю каппа имели измерения толщины подкожной, преперитонеальной жировой ткани, внутрибрюшной ВЖТ, измеренной до задней стенки аорты и площади нижней части околопочечной жировой ткани. Все остальные ультразвуковые показатели измерялись одним и тем же исследователем с хорошей воспроизводимостью.

Оценка повторяемости измерений количества жировой ткани, выполненных одним исследователем, которая осуществлялась методом Бленда-Альтмана, также показала их хорошую согласованность (табл. 2). Следует учесть, что средняя разность характеризует систематическое расхождение, а стандартное отклонение — степень разброса результатов. Полученные результаты показали, что величина стандартного откло-

нения разностей парных измерений невелика по сравнению с самими значениями ультразвуковых показателей.

Значения показателя каппа, отражающие согласованность результатов УЗИ, полученные двумя исследователями, продемонстрировали их хорошую воспроизводимость (табл. 3). Среднее различие между парными измерениями количества жировой ткани, выполненными двумя исследователями, рассчитанное методом Бленда-Альтмана, свидетельствует о хорошей воспроизводимости методик (табл. 4).

Показатели согласованности ультразвуковых измерений, выполненных специалистом с большим опытом работы, более значимы, чем у менее опытного врача. Тем не менее, проведенное исследование показало, что методики по определению количества жировой ткани хорошо

воспроизводимы и могут использоваться в клинической практике.

Результаты нашего исследования согласуются с данными, представленными другими авторами. R.P. Stolk и соавт. [10] установили, что ультразвуковой метод оценки количества внутрибрюшного жировой ткани является надежным и воспроизводимым способом диагностики внутрибрюшного ожирения. В другом исследовании [11] было показано, что уровень опыта исследователя может влиять на надежность заключения. Эта тенденция была исправлена после интерактивного обучения, что подтверждает необходимость правильного обучения исследователей.

Несмотря на то, что более удобными для выполнения и хорошо воспроизводимыми являются методики измерения подкожного и преперитонеального жира, для прогнозирования сер-

Таблица 1 – Показатель каппа для сравнения результатов измерений, выполненных одним исследователем

Ультразвуковой показатель	n	Результаты первого измерения М±σ	Результаты второго измерения М±σ	Значение каппа с 95% ДИ	Стандартное отклонение
S min	24	11,31±5,33 мм	11,28±5,19 мм	0,846 (0,757-0,936)	0,045
P max	24	14,54±6,07 мм	14,93±5,82 мм	0,838 (0,772-0,805)	0,034
S max	24	20,63±11,01 мм	21,14±11,64 мм	0,864 (0,815-0,913)	0,025
P min	24	7,97±8,26 мм	8,36±8,73 мм	0,819 (0,744-0,893)	0,038
ПЖ	24	17,03±6,30 мм	17,87±7,89 мм	0,825 (0,758-0,892)	0,034
ВЖ-1	24	70,01±35,25 мм	70,38±33,02 мм	0,776 (0,701-0,851)	0,038
ВЖ-2	24	82,81±37,36 мм	83,82±38,13 мм	0,805 (0,739-0,841)	0,033
ВЖ-3	24	54,68±18,81 мм	55,79±20,58 мм	0,675 (0,744-0,890)	0,069
ВЖ-4	24	71,38±26,34 мм	71,67±27,08 мм	0,742 (0,657-0,827)	0,043
ЗПЖ	24	9,76±5,32 мм	9,33±4,83 мм	0,722 (0,623-0,821)	0,051
ППНЖ справа	24	36,79±13,21 мм	35,20±11,65 мм	0,632 (0,507-0,756)	0,064
ППНЖ слева	24	26,18±10,13 мм	27,59±9,98 мм	0,686 (0,589-0,782)	0,049
ПНОПЖ справа	24	24,60±17,52 см ²	24,24±18,15 см ²	0,818 (0,661-0,97)	0,080
ПНОПЖ слева	24	28,56±28,13 см ²	27,34±25,72 см ²	0,823 (0,768-0,879)	0,028
ПНЖ	24	7,18±3,82 мм	7,05±3,82 мм	0,692 (0,557-0,827)	0,069
ЭКЖ	24	3,87±2,42 мм	3,83±2,17 мм	0,627 (0,495-0,759)	0,067
ПКЖ	24	4,42±3,22 мм	4,77±2,63 мм	0,681 (0,566-0,797)	0,059

Примечание: n – количество обследованных; ДИ – доверительный интервал; S_{min} – минимальная толщина подкожной жировой ткани; P max – максимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; S_{max} – максимальная толщина подкожной жировой ткани; P_{min} – минимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; ПЖ – подкожная жировая ткань; ВЖ-1 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и передней стенкой аорты; ВЖ-2 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и задней стенкой аорты; ВЖ-3 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота до селезеночной вены; ВЖ-4 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани до поясничного позвонка L₄; ЗПЖ – толщина жирового слоя задней правой стенки почки; ППНЖ – толщина пара- и перинефральной жировой ткани; ПНОПЖ – площадь нижней части околопочечной жировой ткани; ПНЖ – толщина перинефральной жировой ткани; ЭКЖ – толщина эпикардиальной жировой ткани; ПКЖ – толщина перикардиальной жировой ткани.

Таблица 2 – Оценка воспроизводимости ультразвуковых измерений висцеральной жировой ткани, выполненных одним исследователем методом Бленда-Альтмана

Ультразвуковой показатель	n	Ошибка стандартной выборки с 95% ДИ	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка	Нижний предел согласия	– 95% ДИ	95% ДИ	Верхний предел согласия	– 95% ДИ	95% ДИ
S min	24	–0,033 (–0,401–0,334)	0,870	0,178	–1,739	–2,375	–1,102	1,672	1,036	2,308
P max	24	0,387 (–0,015–0,790)	0,952	0,194	–1,479	–2,176	–0,783	2,254	1,558	2,951
S max	24	0,508 (–0,313–1,360)	2,017	0,412	–3,444	–4,919	–1,969	4,461	2,986	5,936
P min	24	0,392 (0,089–0,695)	0,717	0,146	–1,015	–1,539	–0,490	1,798	1,273	2,323
ПЖ	24	0,842 (–0,124–1,807)	2,286	0,467	–3,639	–5,311	–1,967	5,322	3,650	6,994
ВЖ-1	24	0,367 (–3,669–4,403)	9,558	1,951	–18,367	–25,358	–11,377	19,101	12,110	26,091
ВЖ-2	24	1,008 (–1,673–3,690)	6,351	1,300	–11,439	–16,083	–6,794	13,455	8,811	18,100
ВЖ-3	24	1,113 (–1,420–3,645)	5,997	1,224	–10,642	–15,029	–6,256	12,867	8,481	17,254
ВЖ-4	24	0,292 (–2,549–3,133)	6,728	1,373	–12,895	–17,816	–7,974	13,478	8,558	18,399
ЗПЖ	24	–0,425 (–1,683–0,833)	2,980	0,608	–6,265	–8,144	–4,086	5,415	3,236	7,594
ПНПЖ справа	24	–1,588 (–3,508–0,333)	4,548	0,928	–10,502	–13,829	–7,176	7,327	4,001	10,654
ПНПЖ слева	24	1,413 (–0,435–3,260)	4,374	0,893	–7,161	–10,360	–3,962	9,986	6,787	13,185
ПНОПЖ справа	24	0,359 (–1,834–1,117)	3,495	0,713	–7,209	–9,765	–4,653	6,491	3,935	9,047
ПНОПЖ слева	24	–1,218 (–3,310–0,873)	4,953	1,011	–10,925	–14,548	–7,303	8,489	4,867	12,111
ПНЖ	24	–0,123 (–0,672–0,427)	1,301	0,266	–2,674	–3,625	–1,722	2,428	1,476	3,379
ЭКЖ	24	0,040 (–0,540–0,430)	1,113	0,227	–2,221	–3,035	–1,407	2,141	1,327	2,955
ПКЖ	24	0,346 (–0,118–0,810)	1,100	0,224	–1,808	–2,612	–1,004	2,500	1,696	3,304

Примечание: n – количество обследованных; ДИ – доверительный интервал; S_{min} – минимальная толщина подкожной жировой ткани; P_{max} – максимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; ПЖ – подкожная жировая ткань; S_{max} – максимальная толщина подкожной жировой ткани; P_{min} – минимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; ПЖ-1 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и передней стенкой аорты; ВЖ-2 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и задней стенкой аорты; ВЖ-3 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота до селезеночной вены; ВЖ-4 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани до поясничного позвонка L₄; ЗПЖ – толщина жирового слоя задней правой стенки почки; ПНПЖ – толщина пара- и перинефральной жировой ткани; ПНОПЖ – площадь нижней части окологречной жировой ткани; ПНЖ – толщина перинефральной жировой ткани; ЭКЖ – толщина эпикардальной жировой ткани; ПКЖ – толщина перикардальной жировой ткани.

Таблица 3 – Показатель каппа для сравнения результатов измерений, выполненных двумя исследователями

Ультразвуковой показатель	n	Результаты измерений первого исследователя M±σ	Результаты измерений второго исследователя M±σ	Значение каппа с 95% ДИ	Стандартное отклонение
S min	23	10,88±4,27 мм	11,16±4,24 мм	0,743 (0,628-0,859)	0,059
P max	23	15,71±8,05 мм	15,47±7,46 мм	0,710 (0,619-0,800)	0,046
S max	23	18,03±8,32 мм	18,20±9,05 мм	0,746 (0,617-0,876)	0,066
P min	23	5,44±3,52 мм	5,70±3,72 мм	0,767 (0,676-0,857)	0,046
ПЖ	23	15,27±6,28 мм	16,49±7,71 мм	0,719 (0,563-0,847)	0,080
ВЖ-1	23	58,04±23,35 мм	57,33±25,00 мм	0,786 (0,705-0,866)	0,041
ВЖ-2	23	72,51±26,07 мм	72,17±24,40 мм	0,720 (0,603-0,836)	0,059
ВЖ-3	23	57,73±16,28 мм	55,89±17,60 мм	0,649 (0,505-0,793)	0,073
ВЖ-4	23	80,41±27,65 мм	78,07±27,71 мм	0,737 (0,654-0,819)	0,042
ЗПЖ	23	11,04±6,20 мм	10,92±5,17 мм	0,687 (0,565-0,809)	0,062
ППНЖ справа	23	27,67±8,03 мм	26,10±8,12 мм	0,601 (0,440-0,762)	0,082
ППНЖ слева	23	34,03±11,64 мм	32,42±11,35 мм	0,619 (0,421-0,816)	0,101
ПНОПЖ справа	23	23,13±16,47 см ²	21,82±15,19 см ²	0,705 (0,602-0,807)	0,052
ПНОПЖ слева	23	19,27±12,31 см ²	20,05±13,24 см ²	0,726 (0,638-0,813)	0,045
ПНЖ	23	5,34±3,79 мм	5,91±4,00 мм	0,626 (0,512-0,741)	0,058
ЭКЖ	23	2,56±1,54 мм	2,98±1,47 мм	0,610 (0,485-0,735)	0,063
ПКЖ	23	3,43±2,56 мм	3,40±2,20 мм	0,606 (0,452-0,761)	0,079

Примечание: n – количество обследованных; ДИ – доверительный интервал; S_{min} – минимальная толщина подкожной жировой ткани; P_{max} – максимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; S_{max} – максимальная толщина подкожной жировой ткани; P_{min} – минимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; ПЖ – подкожная жировая ткань; ВЖ-1 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и передней стенкой аорты; ВЖ-2 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и задней стенкой аорты; ВЖ-3 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота до селезеночной вены; ВЖ-4 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани до поясничного позвонка L₄; ЗПЖ – толщина жирового слоя задней правой стенки почки; ППНЖ – толщина пара- и перинефральной жировой ткани; ПНОПЖ – площадь нижней части околопочечной жировой ткани; ПНЖ – толщина перинефральной жировой ткани; ЭКЖ – толщина эпикардиальной жировой ткани; ПКЖ – толщина перикардиальной жировой ткани.

дечно-сосудистого риска более важным является измерение ВЖТ.

В предыдущих исследованиях было показано, что толщина ЭЖТ, измеренной в диастолу при эхокардиографии, ассоциирована с повышенной массой левого желудочка, метаболическим синдромом, эндотелиальной дисфункцией, наличием и тяжестью ишемической болезни сердца, а ЭЖТ, измеренная во время систолы, связана с резистентностью к инсулину. Установлено, что толщина ЭЖТ 9,5 мм у мужчин и 7,5 мм у женщин является предиктором метаболического синдрома, а толщина ЭЖТ ≥ 5,0 мм в диастолу, обнаруженная во время эхокардиографического исследования, может выявлять лиц с высокой вероятностью присутствия атеросклеротического поражения коронарных артерий [12].

Жировая ткань, окружающая почки, находится в забрюшинном пространстве. Нижняя часть периренальной жировой ткани содержит наибольшее количество жира из того, который окружает почки. По этой причине количество ПНОПЖ отражает выраженность висцерального ожирения. Предполагают, что имеются общие пути эмбриогенеза паранефрального и внутрибрюшного жира, которые в младенчестве были коричневой жировой тканью. С возрастом количество коричневых адипоцитов уменьшается, и их заменяют белые адипоциты, которые резервируют энергию. У взрослых имеется небольшое количество коричневых адипоцитов в паранефральном жире. В настоящее время имеются доказательства того, что увеличение количества ВЖТ может быть причиной развития

Таблица 4 – Оценка воспроизводимости ультразвуковых измерений висцеральной жировой ткани, выполненных двумя исследователями методом Бленда-Альтмана

Ультразвуковой показатель	n	Ошибка стандартной выборки с 95% ДИ	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка	Нижний предел согласия	- 95% ДИ	95% ДИ	Верхний предел согласия	- 95% ДИ	95% ДИ
S min	23	0,278 (-0,322-0,879)	1,389	0,290	-2,444	-3,484	-1,404	3,001	1,960	4,041
P max	23	-0,240 (-1,291-0,810)	2,430	0,507	-5,003	-6,823	-3,183	4,522	2,702	6,342
S max	23	0,170 (-1,157-1,497)	3,069	0,640	-5,845	-8,144	-3,547	6,184	3,886	8,483
P min	23	0,252 (-0,113-0,618)	0,845	0,176	-1,404	-2,038	-0,771	1,909	1,276	2,542
ПЖ	23	1,222 (-0,669-3,112)	4,371	0,911	-7,346	-10,620	-4,072	9,789	6,515	13,064
ВЖ-1	23	-0,713 (-4,808-3,382)	9,382	1,975	-19,275	-26,369	-12,182	17,849	10,756	24,942
ВЖ-2	23	-0,343 (-4,828-4,141)	10,370	2,162	-20,669	-28,436	-12,902	19,982	12,215	27,749
ВЖ-3	23	-1,848 (-5,165-1,469)	7,670	1,599	-16,882	-22,626	-11,137	13,186	7,441	18,931
ВЖ-4	23	-2,339 (-5,643-0,964)	7,640	1,593	-17,313	-23,036	-11,591	12,635	6,913	18,357
ЗПЖ	23	-0,122 (-1,069-0,825)	2,189	0,457	-4,413	-6,053	-2,773	4,170	2,530	5,810
ПНПЖ справа	23	-1,613 (-4,490-1,264)	6,653	1,387	-14,652	-19,635	-9,670	11,426	6,443	16,409
ПНПЖ слева	23	-1,570 (-3,715-0,576)	4,962	1,035	-11,295	-15,011	-7,578	8,155	4,439	11,872
ПНОПЖ справа	23	0,780 (-1,125-2,684)	4,405	0,918	-7,854	-11,153	-4,554	9,413	6,114	12,712
ПНОПЖ слева	23	-1,315 (-4,215-1,585)	6,706	1,398	-14,460	-19,483	-9,437	11,829	6,806	16,852
ПНЖ	23	0,574 (-0,031-1,179)	1,399	0,292	-2,168	-3,215	-1,120	3,316	2,268	4,363
ЭКЖ	23	0,426 (0,224-0,627)	0,466	0,100	-0,487	-0,836	-0,138	1,339	1,000	1,687
ПКЖ	23	0,026 (-0,301-0,249)	0,635	0,132	-1,271	-1,747	-0,795	1,219	0,743	1,694

Примечание: n – количество обследованных; ДИ – доверительный интервал; S_{\min} – минимальная толщина подкожной жировой ткани; P_{\max} – максимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; P_{\min} – минимальная толщина преперитонеальной жировой ткани; ПЖ – подкожная жировая ткань; ВЖ-1 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и передней стенкой аорты; ВЖ-2 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани между внутренней поверхностью прямой мышцы живота и задней стенкой аорты; ВЖ-3 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани до поясничного позвонка L₄; ЗПЖ – толщина жирового слоя задней до селезеночной вены; ВЖ-4 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани; ПНОПЖ – площадь нижней части околопочечной жировой ткани; ПНЖ – правой стенки почки; ППНЖ – толщина пара- и перинефральной жировой ткани; ПНОПЖ – площадь нижней части околопочечной жировой ткани; ПНЖ – толщина перинефральной жировой ткани; ЭКЖ – толщина эпикардиальной жировой ткани; ПКЖ – толщина перикардиальной жировой ткани.

метаболического синдрома. В сравнении с подкожно-жировой клетчаткой ВЖТ содержит больше β -адренорецепторов, особенно β_3 -рецепторов. Таким образом, висцеральные жировые клетки более чувствительны к липолитическим эффектам катехоламинов и более устойчивы к антилиполитическим эффектам инсулина. Это приводит к увеличению количества свободных жирных кислот, снижению их окисления и способствует эктопическому отложению жира в мышцах и печени, которое усугубляет инсулинорезистентность за счет снижения периферического потребления глюкозы. Кроме того, висцеральные адипоциты выделяют много цитокинов и вазоактивных пептидов, в том числе ингибитора ангиотензина-II, ингибитора активатора плазминогена-I, и т.д., которые имеют прямое воздействие на сосуды и увеличивают сердечно-сосудистый риск. Имеются результаты исследования, свидетельствующие о том, что количество ПНОПЖ коррелирует с содержанием в плазме крови инсулина, глюкозы, общего холестерина, холестерина липопротеидов низкой плотности, мочевой кислоты, С-реактивного белка, а также с уровнем артериального давления [13].

Недавно установлено, что жировая ткань является эндокринным органом [2]. Белый жир, который содержит адипоциты, преадипоциты, макрофаги, эндотелиальные клетки, фибробласты и лейкоциты, активно участвует в гормональной и воспалительной системах. Жировая ткань продуцирует адипокины, такие как лептин, адипонектин, висфатин, апелин, васпин, гепсидин, хемерин, оментин. Различные жировые депо в организме выполняют отличающиеся функции, секретируя разные серии адипокинов [14]. Адипоциты секретируют ряд воспалительных цитокинов, в том числе фактор некроза опухоли альфа, интерлейкин-6, интерлейкин-8 и интерлейкин-18. и моноцитарный хемоаттрактант протеин-1, а также белок активатор плазминогена [14, 15]. Интерлейкин-6, как известно, секретируется в большем количестве в адипоцитах ВЖТ, чем в адипоцитах подкожной жировой ткани и положительно коррелирует с показателями инсулинорезистентности [15].

Заключение

Ультразвуковые методики измерения висцеральной жировой ткани позволяют получить хорошо воспроизводимые результаты. Достоверная диагностика висцерального ожирения создает предпосылки для определения факторов риска

развития сердечно-сосудистых осложнений, влияющих на прогноз жизни пациента.

Литература

1. Blüher, M. Adipose tissue dysfunction in obesity / M. Blüher // *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes*. – 2009 Jun. – Vol. 117, N 6. – P. 241–250.
2. Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification / W. Shen [et al.] // *Obes. Res*. – 2003 Jan. – Vol. 11, N 1. – P. 5–16.
3. Compatibility of different methods for the measurement of visceral fat in different body mass index strata / D. Berker [et al.] // *Diagn. Interv. Radiol*. – 2010 Jun. – Vol. 16, N 2. – P. 99–105.
4. Lee, S. Y. Assessment methods in human body composition / S. Y. Lee, D. Gallagher // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. – 2008 Sep. – Vol. 11, N 5. – P. 566–572.
5. Корреляция содержания висцеральной жировой ткани по данным компьютерной томографии с антропометрическими показателями и результатами ультразвукового исследования / В. М. Бондаренко [и др.] // *Вестн. ВГМУ*. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 31–38.
6. Оценка результатов измерения количества висцеральной жировой ткани при ультразвуковом исследовании и компьютерной томографии / С. И. Пиманов [и др.] // *Ультразвуковая и функционал. диагностика*. – 2016. – № 4. – С. 59–72.
7. Myles, P. S. Using the Bland-Altman method to measure agreement with repeated measures / P. S. Myles, J. Cui // *Br. J. Anaesth*. – 2007 Sep. – Vol. 99, N 3. – P. 309–311.
8. Cohen, J. A coefficient of agreement for nominal scales / J. Cohen // *Educ. Psychol. Meas.* – 1960 Apr. – Vol. 20, N 1. – P. 37–46.
9. Bland, J. M. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement / J. M. Bland, D. G. Altman // *Lancet*. – 1986 Feb. – Vol. 1, N 8476. – P. 307–310.
10. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intra-abdominal adipose tissue / R. P. Stolk [et al.] // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord*. – 2001 Sep. – Vol. 25, N 9. – P. 1346–1351.
11. Intra- and interobserver reliability of gray scale/dynamic range evaluation of ultrasonography using a standardized phantom / S. Lee [et al.] // *Ultrasonography*. – 2014 Apr. – Vol. 33, N 2. – P. 91–97.
12. Epicardial fat: an additional measurement for subclinical atherosclerosis and cardiovascular risk stratification? / M. R. Nelson [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr*. – 2011 Mar. – Vol. 24, N 3. – P. 339–345.
13. A comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging to assess visceral fat in the metabolic syndrome / W. Gong [et al.] // *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* – 2007. – Vol. 16, suppl. 1. – P. 339–345.
14. Adipose tissue: the new endocrine organ? A review article / S. E. Wozniak [et al.] // *Dig. Dis. Sci*. – 2009 Sep. – Vol. 54, N 9. – P. 1847–1856.
15. Patel, P. Body fat distribution and insulin resistance / P. Patel, N. Abate // *Nutrients*. – 2013 Jun. – Vol. 5, N 6. – P. 2019–2027.

Поступила 16.02.2017 г.

Принята в печать 05.06.2017 г.

References

1. Blüher M. Adipose tissue dysfunction in obesity. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2009 Jun;117(6):241-50. doi: 10.1055/s-0029-1192044
2. Shen W, Wang Z, Punyanita M, Lei J, Sinav A, Kral JG, et al. Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification. *Obes Res*. 2003 Jan;11(1):5-16. doi: 10.1038/oby.2003.3
3. Berker D, Koparal S, Işık S, Paşaoğlu L, Aydin Y, Erol K, et al. Compatibility of different methods for the measurement of visceral fat in different body mass index strata. *Diagn Interv Radiol*. 2010 Jun;16(2):99-105. doi: 10.4261/1305-3825.DIR.2749-09.1
4. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008 Sep;11(5):566-72. doi: 10.1097/MCO.0b013e32830b5f23.
5. Bondarenko VM, Marchuk VP, Pimanov SI, Mikhaylova NA, Makarenko EV. Correlation of content of visceral fatty tissue according to a computer tomography with anthropometric indicators and results of ultrasonography. *Vestn VGMU*. 2013;12(1):31-8. (In Russ.)
6. Pimanov SI, Bondarenko VM, Marchuk VP, Mikhaylova NA, Sapego AL, Makarenko EV. Assessment of results of measurement of amount of visceral fatty tissue at ultrasonography and a computer tomography. *Ul'trazvukovaia Funktsional Diagnostika*. 2016;(4):59-72. (In Russ.)
7. Myles PS, Cui J. Using the Bland-Altman method to measure agreement with repeated measures. *Br J Anaesth*. 2007 Sep;99(3):309-11. doi: 10.1093/bja/aem214
8. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas*. 1960 Apr;20(1):37-46.
9. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986 Feb;1(8476):307-10.
10. Stolk RP, Wink O, Zelissen PM, Meijer R, van Gils AP, Grobbee DE. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intra-abdominal adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001 Sep;25(9):1346-51. doi: 10.1038/sj.ijo.0801734
11. Lee S, Choi J-I, Park MY, Yeo DM, Byun JY, Jung SE, et al. Intra- and interobserver reliability of gray scale/dynamic range evaluation of ultrasonography using a standardized phantom. *Ultrasonography*. 2014 Apr;33(2):91-7. doi: 10.14366/usg.13021
12. Nelson MR, Mookadam F, Thota V, Emani U, Al Harthi M, Lester SJ, et al. Epicardial fat: an additional measurement for subclinical atherosclerosis and cardiovascular risk stratification? *J Am Soc Echocardiogr*. 2011 Mar;24(3):339-45. doi: 10.1016/j.echo.2010.11.008
13. Gong W, Ren H, Tong H, Shen X, Luo J, Chen S, et al. A comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging to assess visceral fat in the metabolic syndrome. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2007;16 Suppl 1:339-45.
14. Wozniak SE, Gee LL, Wachtel MS, Frezza EE. Adipose tissue: the new endocrine organ? A review article. *Dig Dis Sci*. 2009 Sep;54(9):1847-56. doi: 10.1007/s10620-008-0585-3
15. Patel P, Abate N. Body fat distribution and insulin resistance. *Nutrients*. 2013 Jun;5(6):2019-27. doi: 10.3390/nu5062019

Submitted 16.02.2017

Accepted 05.06.2017

Сведения об авторах:

Бондаренко В.М. – старший преподаватель кафедры госпитальной хирургии с курсами урологии и детской хирургии, аспирант кафедры терапии № 2 ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

Пиманов С.И. – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапии № 2 ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет.

Information about authors:

Bondarenko V.M. – senior teacher of the Chair of Hospital Surgery with the courses of Urology & Pediatric Surgery, postgraduate of the Chair of Internal Medicine No.2 of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

Pimanov S.I. – Doctor of Medical Sciences, professor, head of the Chair of Internal Medicine No.2 of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University.

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, 210023, г. Витебск, пр. Фрунзе, 27, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, кафедра терапии № 2 ФПК и ПК. E-mail: bondarenko_v@tut.by – Бондаренко Владимир Михайлович.

Correspondence address: Republic of Belarus, 210023, Vitebsk, 27 Frunze ave., Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Chair of Internal Medicine No.2 of the Faculty for Advanced Training & Retraining. E-mail: bondarenko_v@tut.by – Vladimir M. Bondarenko.